

## Вдосконалення технології пісочного випеченого напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій

К. В. Свідло, А. Б. Собко, Л. К. Карпенко, Т. В. Гавриш

*Досліджено вплив концентрату сироваткових білків, отриманих шляхом ультрафільтрації (КСБ-УФ), мікронізованого борошна з зерно продуктів ЕСО (вівсяного, борошна із зародків пшениці) та клітковини насіння амаранту (КНА) на процеси структуроутворення пісочного тіста. Визначені показники якості готової борошної кондитерської продукції з пісочного тіста на основі модельних функціональних композицій (МФК).*

*Встановлено, що введення у модельні функціональні композиції КНА та КСБ-УФ призведе до зростання еластичності дослідних зразків та підвищення стійкості тіста до механічного впливу. Найбільш близькими за в'язко-пластичними характеристиками до контролю пшеничного тіста є зразок із співвідношенням 96,2:2,0:1,8 вівсяного борошна ЕСО:КНА:КСБ-УФ. Для пісочного тіста співвідношення 77,00:1,8:2,2 зародки пшениці ЕСО :КНА:КСБ-УФ є оптимальним.*

*При використанні композиції у співвідношенні 77,00:1,8:2,2 із зародками пшениці ЕСО:КНА:КСБ-УФ адгезійне напруження тістових мас зменшилась у 2,2 рази порівняно з контролем. Для зразка з використанням зародків пшениці ЕСО адгезійне напруження тістових мас зменшилась у 1,7 рази порівняно з контролем. Зв'язок вдосконаленого пісочного тіста з вівсяного борошна ЕСО:КНА:КСБ-УФ у співвідношенні 96,2:2,2:1,6 з поверхнею (сталь) є найменшим.*

*Розсипчастість пісочного напівфабрикату при внесенні МФК знизилася на 3 ... 5 %. Показник намоочуваності навпаки збільшувався при збільшенні КСБ-УФ та КНА, що пояснюється значним вмістом білкових речовин та харчових волокон, які мають вищу водопоглинальну здатність. Дослідження впливу МФК на процеси структуроутворення пісочного тіста дає змогу суттєвого вдосконалення кондитерської продукції щодо функціонально-технологічних властивостей та харчової і біологічної цінності.*

*Ключові слова: пісочний напівфабрикат, модельна функціональна композиція, вдосконалена технологія, функціонально-технологічні властивості*

### 1. Вступ

Здобне пісочне тісто є найбільш нестабільним тістовим напівфабрикатом з підвищеним вмістом жиру. Це пов'язано з процесами рекристалізації або перекристалізації жирової фази дисперсійного середовища тістового напівфабрикату [1]. Однак у структурі споживання (і відповідно виробництва) кондитерської продукції стабільно переважає борошняна продукція, зокрема, печиво та вафлі. Найбільше виробництво кондитерських виробів припадає на жовтень (у жовтні 2018 р. – цей показник склав 120 тис. т), найменше – на травень-червень (у 2018

р. у червні 82 тис. т), або на 35 % менше. Попит на кондитерську продукцію зростає під час новорічних свят і 8 березня. Необхідно відмітити, що щорічно зростає загальний обсяг споживання борошняних кондитерських виробів. Таким чином, кризові події останніх років в світі внесли значні зміни в розвиток харчової промисловості в цілому та зокрема кондитерської галузі. Перед технологіями кондитерських виробництв поставлені нові виклики.

З метою формування і стабілізації структури пісочного тіста можна запропонувати КСБ-УФ, мікронізоване борошно з зерно продуктів ЕСО (із зародків пшениці, вівсяне борошно та інші) та КНА.

КСБ-УФ – має високий енергетичний та хімічний склад біополімерів, зокрема, білків, вуглеводів. Тому, добавки КСБ-УФ, мікронізованого борошна з зерно продуктів ЕСО та КНА можуть впливати на процеси структуроутворення, а також на показники якості готової борошняної кондитерської продукції з пісочного тіста. Однак ці дані відсутні і необхідні додаткові дослідження.

Отже, актуальними є дослідження впливу борошняних композицій мікронізованих зерно продуктів ЕСО доповнених клітковиною насіння амаранту (КНА) та концентратом сироваткового білку, отриманого шляхом ультрафільтрації (КСБ-УФ) на процеси структуроутворення і показники якості пісочного тіста та визначення показників якості пісочного випеченого напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій (МФК).

## **2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми**

У науковій та практичній діяльності виробництва борошняних кондитерських виробів накопичено значний досвід з розробки технологій, що забезпечують раціональне використання сировинних ресурсів. Більш широке залучення місцевих і нетрадиційних видів сировини, підвищення якості та біологічної цінності і зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів [2, 3]. Це дає підставу стверджувати, що борошняні кондитерські вироби мають потенційні сприятливі перспективи розвитку завдяки впровадженню новітніх та вдосконалених технологій на основі модифікованих функціональних композицій, незважаючи на негативний вплив зовнішнього середовища. Просування на ринок нових видів борошняної продукції з пісочного тіста, що не містять традиційних видів борошна, стримується недостатнім рівнем фундаментальних та прикладних досліджень. До кінця не з'ясовані процеси утворення та стабілізації структури тіста збагаченого харчовими добавками, що покращують структуру тіста та підвищують його харчову цінність.

Основною проблемою створення борошняної кондитерської продукції з пісочного тіста з заданим комплексом властивостей є складний процес забезпечення найбільш повної збалансованості та структурованості продукції. Важливу роль у вирішенні цієї проблеми відіграє правильний вибір сировинної бази [2]. Це спрямовує науковців на пошук нових доступних та дешевих покращувачів харчових систем, маючих високі харчові властивості та невисоку собівартість.

З метою створення стабілізаційних комплексних сумішей для регулювання структури тістового напівфабрикату комбінованого здобного печива проведені дослідження технологічних властивостей неіоногенних ПАР українського ви-

робництва НВО "Електрогазохім". Найбільше зниження поверхневого натягу емульсії спостерігалось при додаванні суміші емульгаторів сорбату триастеарату, тригліцериду стеаринової кислоти і моностеарату гліцерину в кількості 0,3 % до складу емульсії. Зменшення загальної кількості емульгаторів при утворенні емульсії пояснюється їх синергетичною взаємодією [3].

Дослідження впливу шротів олійних культур на покращення якості пісочного здобного печива [4] показали необхідність додавання композиції шротів у пісочне тісто на рівні 20 %. Шляхом математичного моделювання встановлено, що раціональне співвідношення шротів сої, соняшнику, розторопші становить: 30 %:40 %:30 %. При такому співвідношенні покращується хімічний склад пісочного напівфабрикату за вмістом клітковини, калію, кальцію, йоду, вітамінів. У розроблених кондитерських виробах збільшився вміст білків – у 2,5 рази, клітковини – у 6 разів. Значно підвищився вміст мінеральних речовин, зокрема кальцію – на 172,9 мг; селену – на 13,06 мкг; йоду – на 2,76 мкг та вітаміну Е – на 2,4 мг. Однак при збільшенні кількості шроту розторопши значно погіршуються органолептичні показники пісочного тіста та виробів з нього.

В численних роботах показано, що джерелом функціональних харчових інгредієнтів для кондитерських виробів може бути доступна, недорога сировина. Такою є нетрадиційна плодоовочева сировина або відходи [5, 6], вторинні або нетрадиційні ресурси борошномельного виробництва [7–9], продукти екструдювання зернових культур [10], традиційні та нові види молочних, жирових продуктів [11, 12], лікарські рослини [13], які є носіями есенціальних важливих і цінних речовин.

Оскільки процеси рекристалізації або перекристалізації жирової фази дисперсійного середовища пісочного тіста тісно пов'язані із наявністю в харчовій системі емульгаторів, можна вважати за потрібне вивчення їх функціональних сировинних джерел. Серед нерозчинних харчових волокон при виробництві продуктів харчування найбільш широко застосовується целюлоза – як емульгатор і як добавка, що перешкоджає злежуванню і комкуванню [14]. Для зниження цукроємності та енергетичної цінності, підвищення харчової і біологічної цінності виробів в кондитерському виробництві використовують різні інтенсивні підсолоджувачі і харчові волокна [15].

Для зменшення частки жиру у продукції з емульсійною структурою використання екстракту листя амаранту багряного, який знижує вміст шкідливого холестерину. Така дія екстракту листя амаранту багряного дуже важлива для хворих на атеросклероз, ішемічну хворобу серця та людей з надлишковою вагою [16]. Мікронізовані зерно продукти ЕСО характеризуються зростанням волого- та жироспоживаючої здатності, руйнуванням крохмалю з утворенням декстринів, зниженням розчинності білків за рахунок їх денатурації та підвищенням вмістом мінеральних речовин та вітамінів.

У зв'язку з вищевикладеним, до складу борошняної кондитерської продукції з пісочного тіста слід включати різноманітні рослинні продукти. Це дає підстави стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого вдосконаленню технології борошняної кондитерської продукції з пісочного тіста на основі МФК з КСБ-УФ, мікронізованого борошна ЕСО та КНА.

### 3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є вдосконалення технології пісочного випеченого напівфабрикату на основі модифікованих функціональних композицій (КСБ-УФ, мікронізованого борошна ЕСО та КНА). Це дозволить обґрунтовано підійти до вибору джерел функціональних харчових інгредієнтів в рецептурах кондитерських виробів, підвищити харчову та біологічну цінність, ефективність технологічного процесу виготовлення та забезпечити високу якість готових виробів з пісочного тіста.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- провести дослідження показників клейковини борошняних композицій мікронізованих зерно продуктів ЕСО доповнених клітковиною насіння амаранту (КНА) та концентратом сироваткового білку, отриманого шляхом ультрафільтрації (КСБ-УФ);
- дослідити в'язко-пластичні властивості пісочного тіста та адгезійне напруження тістових мас від різних борошняних композицій (борошна ЕСО, КСБ-УФ та КНА) та часу контакту із робочим органом технологічного обладнання;
- удосконалити загальну технологічну схему пісочного випеченого напівфабрикату на основі модифікованих функціональних композицій з урахуванням отриманих у дослідженні даних;
- визначити показники розсипчастості та намоочуваності пісочного випеченого напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій (МФК).

### 4. Матеріали та методи дослідження

Об'єкт дослідження – технологія пісочного випеченого напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій (МФК).

Предмети досліджень – концентрат сироваткових білків, отриманих шляхом ультрафільтрації із вмістом 65 % сухих речовин; пісочний випечений напівфабрикат на основі МФК [17].

Приготування дослідних зразків на основі модельних функціональних композицій (МФК) проводили відповідно до традиційної технології, контрольних зразків за класичною рецептурою [18].

Методика визначення показників клейковини на апараті ІДК стандартна, більш детально описана у ДСТУ ISO 21415-2:2009 «Пшениця та пшеничне борошно. Визначення вмісту клейковини. Частина 2. Визначення вмісту сирової клейковини механічним способом». Індекс клейковини (Глютен Індекс/Gluten Index) розраховується за формулою:

$$GI = \frac{(M_1)}{M_0} \cdot 100, \%, \quad (1)$$

де  $M_1$  – маса клейковини, що залишилася на ситі касети після центрифугування, г;  $M_0$  – загальна маса відмитої клейковини, г.

Висушування відмитої клейковини проводиться між двома тefлоновими пластинами приладу Glutork 2020 (Швеція) при температурі 150 °С протягом чотирьох хвилин. Цей показник дозволяє оцінити потенційну водопоглинаючу

здатність борошна. Для вимірювання в'язко-пластичних властивостей пісочного тіста при відомих умовах зсуву використовували Віскозиметр Брукфільда. Для визначення адгезії було використано контроль – тісто пісочне за традиційною рецептурою на пшеничному борошні, та зразки тіста модельованого продукту з різною концентрацією клітковини зародків пшениці. Для дослідження адгезії харчових вузько-пластичних матеріалів використовували прилад, заснований на способі рівномірного відриву (рис. 1).

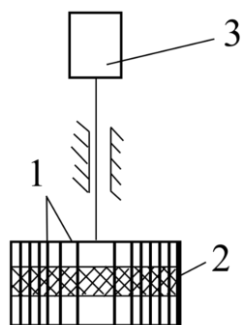


Рис. 1. Схема робочого органу адгезіометра: 1– пластина, 2– продукт, 3– елемент завантаження

При такому відриві величину адгезії визначають у момент одночасного порушення контакту на всіх ділянках площі контакту при положенні руйнівного навантаження в напрямку, перпендикулярному площині контакту поверхонь, по формулі:

$$P_0 = \frac{P}{F}, \quad (2)$$

де  $P_0$  – величина адгезії, Па;  $P$  – максимальна сила відриву, Н;  $F$  – площа пластины, м<sup>2</sup>.

Намочуваність розраховували за формулою:

$$H = \frac{(M_k - M_n) \cdot 100}{(M_c - M_n)}, \quad (3)$$

де  $H$  – намочуваність виробів, %;  $M_n$  – маса порожньої сітки після занурення у воду та витирання зовнішньої сторони, г;

## 5. Результати досліджень показників вдосконаленого пісочного напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій

### 5.1. Результати досліджень показників клейковини борошняних композицій

Для прогнозувати можливості вдосконалення пісочного напівфабрикату на основі МФК у технологіях борошняних кондитерських виробів підвищеної яко-

сті та харчової цінності досліджені показники клейковини борошняних композицій. Отримані дані щодо якості клейковини борошняних композицій на основі КНА, КСБ-УФ і мікронізованих зерно продуктів ЕСО наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Показники якості клейковини борошняних композицій

Зразки пісочного тіста	Вміст сирової клейковини, %	Показники якості клейковини		
		показник ІДК, од. пр.	розтяжність над лінійкою, мм	гідратаційна здатність, %
Із вівсяним борошном ЕСО (контроль)	14,0±0,2	65±1,5	9,0±0,1	185±2,0
Із зародками пшениці ЕСО (контроль)	14,5±0,4	65±2,0	8,5±0,2	175±4,0
Із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 96,2:2,8:1,2	27,5±0,5	95±3,0	15,0±0,5	210±5,0
Із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 96,2:2,2:1,6	17,3±0,5	65±2,0	10±0,5	185±5,0
Із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 96,2:2,0:1,8	13,5±0,2	60±2,0	8,5±0,5	182±2,0
Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,00:1,8:2,2	15,5±0,3	75±3,0	10,5±0,2	190±3,0
Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,00:1,65:2,30	14,5±0,4	65±2,0	8,5±0,2	175±4,0
Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,0:2,0:1,8	14,0±0,2	65±1,5	9,0±0,1	185±2,0

Представлені у табл. 1 дані показують, що при додаванні у МФК КНА та КСБ-УФ зростає еластичність дослідних зразків, підвищується у кілька разів стійкість тіста до механічного впливу.

## 5. 2. Результати досліджень в'язко-пластичних властивостей та адгезійного напруження вдосконаленого пісочного тіста

Досліджено в'язко-пластичні властивості пісочного тіста із зародками пшениці ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ у співвідношенні: 1 – 77,00:1,8:2,2; 2 – 77,00:1,65:2,30; 3 – 77,0:2,0:1,8; 4 та пісочного тіста із вівсяним борошном ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ у співвідношенні: 1 – 96,2:2,8:1,2; 2 – 96,2:2,2:1,6; 3 – 96,2:2,0:1,8 (табл. 2).

Найбільш близьким за в'язко-пластичними характеристиками до контролю пшеничного тіста є зразок із співвідношенням вівсяного борошна ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ 96,2:2,0:1,8. Тоді як для пісочного тіста із зародками пшениці ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ найбільш близьким до контролю є співвідношення 77,00:1,8:2,2.

Під час експериментальних досліджень було визначено залежність адгезійного напруження тістових мас від впливу різних борошняних композицій (рис. 2).

Таблиця 2

Ефективна в'язкість і напруга зсуву в зразках пісочного тіста на основі борошняних сумішей ЕСО, КСБ-УФ та КНА

Зразки пісочного тіста	Швидкість зсуву, $\text{с}^{-1}$							
	1		2		4		6	
	Ефективна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Напруга зсуву, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Ефективна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Напруга зсуву, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Ефективна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Напруга зсуву, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Ефективна в'язкість, $\text{Па}\cdot\text{с}$	Напруга зсуву, $\text{Па}\cdot\text{с}$
Контроль (з пшеничного борошна)	80	35	50	45	28	64	20	72
Із зародками пшениці ЕСО (контроль)	75	30	45	45	25	50	18	65
Із вівсяним борошном ЕСО (контроль)	140	40	120	60	58	82	30	95
Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,00:1,8:2,2	85	40	55	50	33	69	25	77
Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,00:1,65:2,30	77	32	47	47	27	52	20	67
Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,0:2,0:1,8	88	43	58	53	36	72	28	80
Із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 96,2:2,8:1,2	155	50	145	55	60	70	45	80
Із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 96,2:2,2:1,6	160	60	150	65	55	75	50	85
Із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 96,2:2,0:1,8	145	45	125	65	63	87	35	95

Визначено залежність адгезійного напруження тістових мас від різних борошняних композицій (борошна ЕСО, КСБ-УФ та КНА) та часу контакту із робочим органом технологічного обладнання. На рис. 2 видно, що зі збільшенням внесення добавок величина адгезії зменшується. При введенні в рецептуру вівсяного борошна ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 96,2:2,2:1,6 зв'язок вдосконаленого пісочного тіста з поверхнею технологічного устаткування (сталь) найменша.

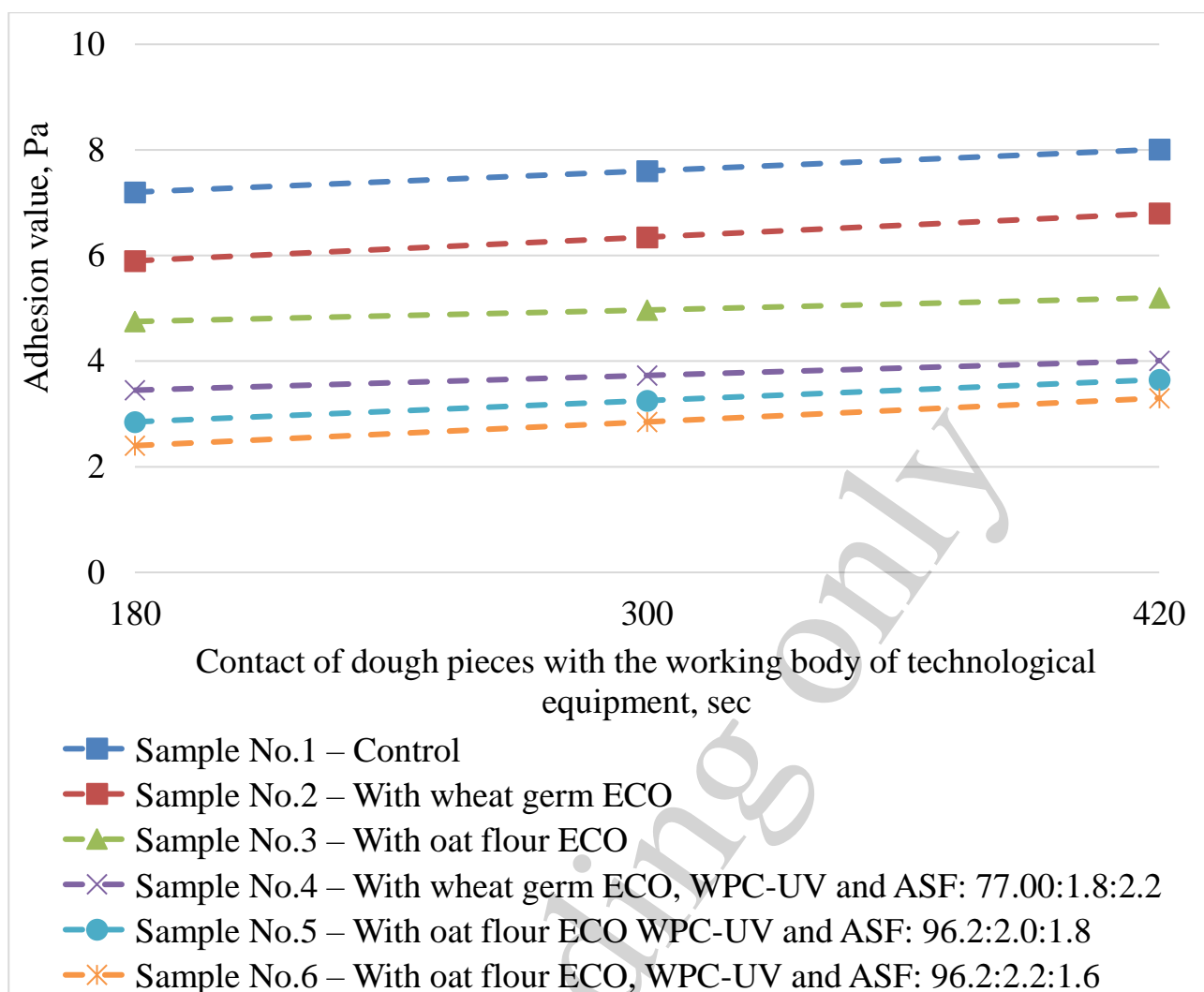


Рис. 2. Адгезійне напруження тістових мас залежно від впливу різних борошняних композицій

### 5. 3. Результати удосконалення загальної технологічної схеми пісочного випеченого напівфабрикату на основі модифікованих функціональних композицій

За результатами проведених досліджень обґрунтовано рецептурний склад борошняних сумішей, доведено раціональну кількість складових борошняних композицій (борошна ECO, КСБ-УФ та КНА). А також їх вплив на функціонально-технологічні властивості, технологічні параметри та режими вдосконаленого виробництва пісочного напівфабрикату на основі МФК, запропонована вдосконалена технологічна схема (рис. 3).



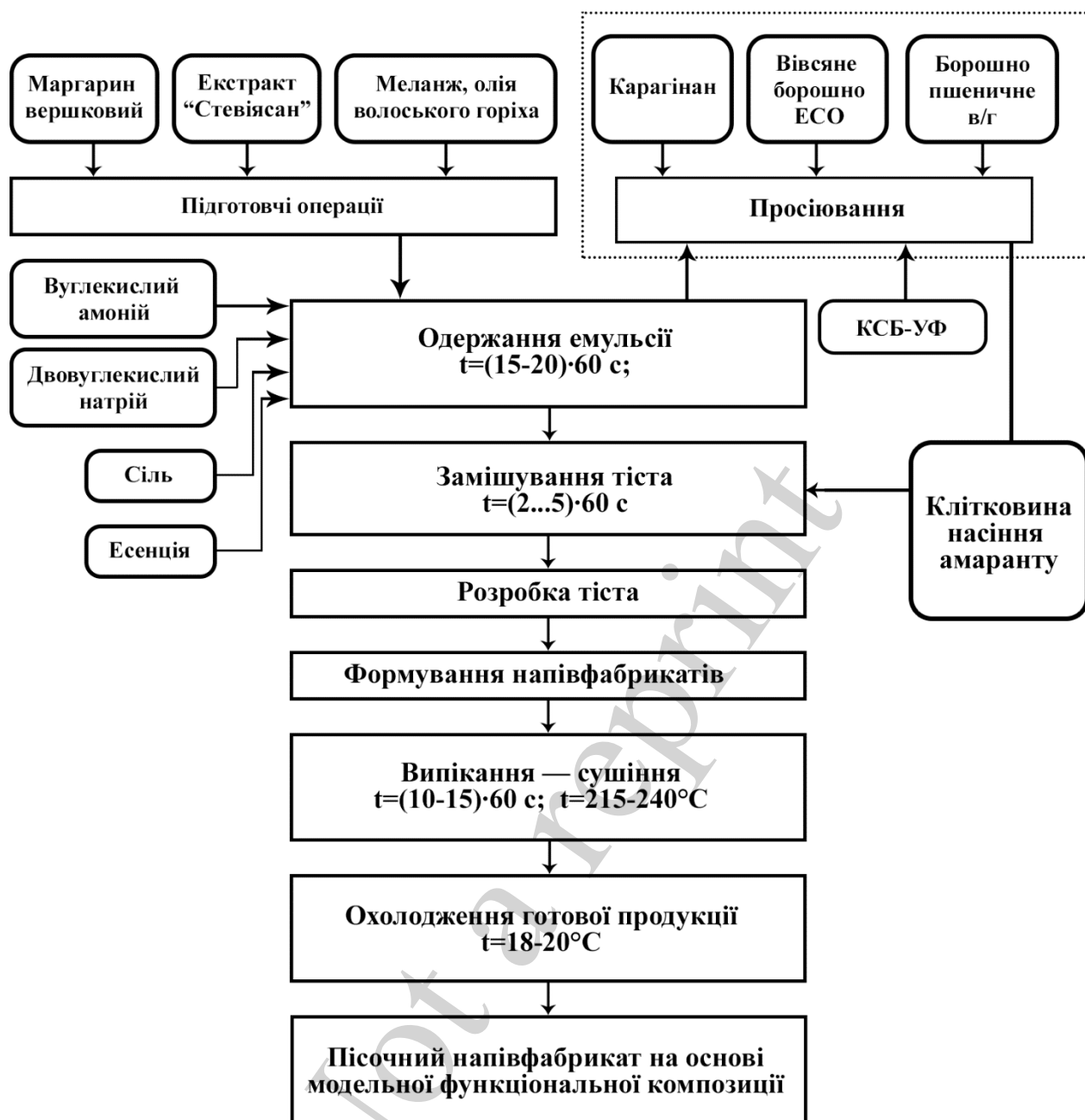


Рис. 3. Удосконалена загальна технологічна схема випеченого пісочного напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій (МФК)

Представлені дані дослідження дозволяють констатувати, що додавання у борошняну композицію із борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА при виробництві виробів з пісочного тіста позитивно впливає на їх органолептичні та структурно-механічні властивості. Крім того, введення у технологічну схему сировинних джерел незамінних білків (КСБ-УФ), харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин (КНА, вівсяне борошно ЕСО) дає змогу підвищити харчову і біологічну цінність готових виробів.

#### 5. 4. Результати досліджень показників розсипчастості та намоочуваності пісочного випеченого напівфабрикату на основі модельних функціональних композицій

Результати визначення показників розсипчастості та намоочуваності пісочного печива наведені у табл. 3. Проведені дослідження демонструють зниження показника розсипчастості зі збільшенням відсотку внесення клітковини насіння амаранту в композиції з КСБ-УФ.

Таблиця 3

Дослідження показників якості пісочного печива з використанням борошняних композицій (борошна ЕСО, КСБ-УФ та КНА)

Показник якості	Контроль (Із зародками пшениці ЕСО)	Досліджувані зразки		
		Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,0:2,0:1,8	Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,00:1,65:2,30	Із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА: 77,00:1,8:2,2
Розсипчастість, %	48,70	47,10	46,50	46,20
Намоочуваність, %	150,10	152,50	165,00	175,00

Показник намоочуваності навпаки збільшувався при збільшенні відсотку внесення добавок КСБ-УФ та КНА.

Таким чином, додавання у борошняну композицію із мікронізованим борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА при виробництві виробів з пісочного тіста позитивно впливає на їх органолептичні та структурно-механічні властивості. Крім того, дає змогу підвищити харчову цінність готових кондитерських виробів з пісочного тіста.

#### 6. Обговорення результатів дослідження показників вдосконаленого пісочного напівфабрикату на основі модифікованих функціональних композицій

Представлені у табл. 1 дані показують, що при додаванні у МФК КНА та КСБ-УФ зростає еластичність дослідних зразків, підвищується у кілька разів стійкість тіста до механічного впливу. Максимальне значення показника стійкості тіста – 5,4×60 с, відповідає дослідним зразкам з концентрацією КНА – 1, 8 % та КСБ-УФ – 2,0 %; надалі показник стійкості тіста стабілізується. КНА та КСБ-УФ сприяє зменшенню розтяжності клейковини зразків. У модельних композиціях розтяжність зменшується із 135 мм до 95 мм.

За результатами проведених експериментальних досліджень максимальне значення ефективної в'язкості за мінімальних значень швидкості зсуву 1..6 с<sup>-1</sup> відмічено у зразку з вівсяним борошном ЕСО, КНА та КСБ-УФ у співвідношенні 96,2:2,2:1,6. Тоді як найбільш близьким за в'язко-пластичними характеристиками до контролю пшеничного тіста є зразок із співвідношенням вівсяного борошна ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ 96,2:2,0:1,8.

Для пісочного тіста із зародками пшениці ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ найбільш близьким до контролю є співвідношення 77,00:1,8:2,2. Отримані данні підтверджуються дослідженнями індійських вчених [19], які дослідили

борошняні композиції з борошна проса, паростків сої та амаранту. Дані їх досліджень вказують на відсутність суттєвої різниці з точки зору текстурних властивостей, індексу плинності тіста і індексу консистенції для контрольного та досліджуваного зразків.

Експериментальні дослідження адгезійного напруження тістових мас залежно від впливу різних борошняних композицій доказують, що:

- в порівнянні з контролем (тісто з пшеничного борошна) адгезія зменшилась у 2,9 раз;

- при введенні борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 77,00:1,8:2,2 адгезія зменшилась у 2,2 рази порівняно з контролем. Для зразка з використанням зародків пшениці ЕСО адгезійне напруження тістових мас зменшилась у 1,7 рази порівняно з контролем;

- зв'язок з поверхнею технологічного устаткування (сталь) для борошняної композиції із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 96,2:2,0:1,8 зафіксовано на 20 % більший.

За результатами проведених експериментальних досліджень розсипчастість пісочного напівфабрикату при внесенні борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 77,0:2,0:1,8 показник знизилася на 3 %. При внесенні борошняної композиції у співвідношенні 77,00:1,65:2,30 – на 4,5 %, а у співвідношенні 77,00:1,8:2,2 – на 5 %.

Показник намоочуваності навпаки збільшувався при збільшенні відсотку внесення добавок КСБ-УФ та КНА. Це може бути пояснено значною кількістю білкових речовин та харчових волокон в складі борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, які мають вищу водопоглинальну здатність. В роботі [20] також вказано на зміну маси мафінів та брауні з додаванням борошна насіння гарбуза за рахунок підвищення водо поглинальної здатності борошняної композиції. Борошно насіння гарбуза додавали у концентрації 10 і 20 % від загальної маси борошняної композиції. В процесі досліджень впливу білкових ізолятів зі шроту рапсу, також спостерігали зростання обсягу випеченого напівфабрикату на 140..155 % та зміну мікроструктури тіста [21].

Проведене вдосконалення технології пісочного напівфабрикату на основі МФК доказало можливість стабілізації структури пісочного тіста збагаченого харчовими добавками, що також підвищують його харчову цінність. Таким чином вирішена проблема створення борошняної кондитерської продукції з пісочного тіста з заданим комплексом властивостей, в якій забезпечено найбільш повну збалансованість та структурованість продукції.

У подальшому дослідженні необхідно виявити вплив небажаних можливих чинників небезпеки вдосконаленого рецептурного складу пісочного напівфабрикату на основі МФК в ході технологічних процесів виробництва. Також необхідно провести аналіз та ідентифікацію всіх потенційно небезпечних чинників, пов'язаних із кожною технологічною операцією його виробництва.

## 7. Висновки

1. Проведені дослідження клейковини борошняних композицій мікронізованих зерно продуктів ЕСО, КНА та КСБ-УФ доказують, що при їх викорис-

танні зростає еластичність дослідних зразків, підвищується у кілька разів стійкість тіста до механічного впливу. Максимальне значення показника стійкості тіста – 5,4х60с, відповідає дослідним зразкам з концентрацією КНА – 1, 8 % та КСБ-УФ – 2, 0 %; надалі показник стабілізується. КНА та КСБ-УФ сприяє зменшенню розтяжності клейковини зразків. У модельних композиціях розтяжність зменшується із 135 мм до 95 мм (практично як у контрольному зразку).

2. Дослідження в'язко-пластичних властивостей вдосконаленого пісочного тіста встановили, що найбільш близьким до контролю є зразок із співвідношенням вівсяного борошна ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ 96,2:2,0:1,8. Для пісочного тіста із зародками пшениці ЕСО з додаванням КНА та КСБ-УФ найбільш близьким до контролю є співвідношення 77,00:1,8:2,2.

Дослідження адгезійного напруження пісочного тіста від різних борошняних композицій (борошна ЕСО, КСБ-УФ та КНА) та часу контакту із робочим органом технологічного обладнання показують зменшення адгезії у 2,9 раз. При введенні борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 77,00:1,8:2,2 адгезія зменшилась у 2,2 рази порівняно з контролем та у 1,7 рази порівняно із тістом пісочним із використанням зародків пшениці ЕСО. Зв'язок з поверхнею технологічного устаткування (сталь) для борошняної композиції із вівсяним борошном ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 96,2:2,0:1,8 зафіксовано на 20 % більший.

3. За результатами проведених досліджень запропонована вдосконалена технологічна схема виробництва пісочного напівфабрикату на основі МФК, обґрунтовано рецептурний склад борошняних сумішей. Доведено раціональну кількість складових борошняних композицій (борошна ЕСО, КСБ-УФ та КНА). А також їх вплив на функціонально-технологічні властивості, технологічні параметри та режими вдосконаленого виробництва.

4. Розсіпчастість пісочного напівфабрикату при внесенні борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 77,0:2,0:1,8 до рецептури пісочного тіста знизилася на 3 %. При внесенні борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, КСБ-УФ та КНА у співвідношенні 77,00:1,65:2,30 – на 4,5 %, а у співвідношенні 77,00:1,8:2,2 – на 5 %. Показник намоочуваності навпаки збільшився при збільшенні відсотку внесення добавок КСБ-УФ та КНА. Це може бути пояснено значною кількістю білкових речовин та харчових волокон в складі борошняної композиції із зародками пшениці ЕСО, які мають вищу водопоглинальну здатність.

## Література

1. Галушко, О. С. (2018). Тенденції розвитку ринку кондитерських виробів та особливості трансформацій у системі цінностей його учасників. Актуальні проблеми економіки, 8 (98), 17–25.
2. Kaprelyants, L., Yegorova, A., Trufkati, L., Pozhitkova, L. (2019). Functional foods: prospects in Ukraine. Food Science and Technology, 13 (2). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i2.1382>
3. Оболкіна, В. І., Залевська, Н. О. (2008). Застосування стабілізаційних комплексних сумішей емульгаторів при створенні технології здобного пе-

чива. Наукові праці НУХТ, 25. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/1266/3/ovizsksepstzp.pdf>

4. Антоненко, А., Михайлик, В. (2016). Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. *Food Science and Technology*, 10 (1), 72–77. doi: <https://doi.org/10.21691/fst.v10i1.83>

5. Prokopov, T., Chonova, V., Slavov, A., Dessev, T., Dimitrov, N., Petkova, N. (2018). Effects on the quality and health-enhancing properties of industrial onion waste powder on bread. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (12), 5091–5097. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3448-8>

6. Khvostenko, K., Goranova, Z., Petrova, T. (2020). Quality parameters of semi-finished sponge cake enriched with pumpkin by-products. *Food Science and Technology*, 14 (3). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1792>

7. Drakos, A., Andrioti-Petropoulou, L., Evageliou, V., Mandala, I. (2018). Physical and textural properties of biscuits containing jet milled rye and barley flour. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (1), 367–375. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3497-z>

8. Ajibade, B. O., Ijabadeniyi, O. A. (2018). Effects of pectin and emulsifiers on the physical and nutritional qualities and consumer acceptability of wheat composite dough and bread. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (1), 83–92. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3457-7>

9. Luithui, Y., Baghya Nisha, R., Meera, M. S. (2018). Cereal by-products as an important functional ingredient: effect of processing. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (1), 1–11. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3461-y>

10. Conti, J. P., Vinderola, G., Esteban, E. N. (2019). Characterization of a soy protein hydrolyzate for the development of a functional ingredient. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (2), 896–904. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3551-x>

11. Гніцевич, В. А., Никифоров, Р. П., Федотова, Н. А., Кравченко, Н. В. (2014). Технологія харчових продуктів із заданими властивостями на основі вторинної молочної та рослинної сировини. Донецьк: ДонНУЕТ, 336.

12. Ashwath Kumar, K., Sharma, G. K., Anilakumar, K. R. (2018). Influence of multigrain premix on nutritional, in-vitro and in-vivo protein digestibility of multigrain biscuit. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (2), 746–753. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3533-z>

13. Поп, Т. (2016). Технологія пісочних кондитерських виробів з порошком листя волоського горіха та борошном «Здоров'я». *Food Science and Technology*, 10 (2). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v10i2.157>

14. Matsushita, K., Terayama, A., Goshima, D., Santiago, D. M., Myoda, T., Yamauchi, H. (2019). Optimization of enzymes addition to improve whole wheat bread making quality by response surface methodology and optimization technique. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (3), 1454–1461. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03629-5>

15. Aboshora, W., Yu, J., Omar, K. A., Li, Y., Hassanin, H. A. M., Navicha, W. B., Zhang, L. (2019). Preparation of Doum fruit (*Hyphaene thebaica*) dietary fiber supplemented biscuits: influence on dough characteristics, biscuits quality, nutritional

profile and antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (3), 1328–1336. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03605-z>

16. Mykolenko, S., Zhygunov, D., Rudenko, T. (2020). Baking properties of different amaranth flours as wheat bread ingredients. *Food Science and Technology*, 14 (4). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1896>

17. Мазаракі, А. А., Пересічний, М. І., Свідло, К. В. та ін.; Пересічний, М. І. (Ред.) (2012). Технологія харчових продуктів функціонального призначення. К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 1116.

18. Павлов, О. В. (2019). Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів. К.: Профкнига, 340.

19. Agrahar-Murugkar, D., Zaidi, A., Dwivedi, S. (2018). Development of gluten free eggless cake using gluten free composite flours made from sprouted and malted ingredients and its physical, nutritional, textural, rheological and sensory properties evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (7), 2621–2630. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3183-1>

20. Palacio, M. I., Etcheverría, A. I., Manrique, G. D. (2018). Development of gluten-free muffins utilizing squash seed dietary fiber. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (8), 2955–2962. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3213-z>

21. Ivanova, P., Kalaydzhiev, H., Dessev, T. T., Silva, C. L. M., Rustad, T., Chalova, V. I. (2018). Foaming properties of acid-soluble protein-rich ingredient obtained from industrial rapeseed meal. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (9), 3792–3798. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3311-y>